

明 細 書

発明の名称：

音響信号符号化装置、音響信号復号装置、音響信号符号化方法および音響信号復号方法

技術分野

[0001] 本開示は、音声信号や音楽信号等の音響信号の音質を改善する符号化技術、および復号技術に関する。

背景技術

[0002] 音響信号を低ビットレートで圧縮する符号化技術は、移動体通信における電波等の有効利用を実現する重要な技術である。さらに、近年通話音声の品質向上に対する期待が高まっており、臨場感の高い通話サービスの実現が望まれている。これを実現するためには、周波数帯域の広い音響信号を高ビットレートで符号化すればよい。しかし、このアプローチは電波や周波数帯域の有効利用と相反する。

[0003] ここで、例としてG. 719規格（非特許文献1）に採用されている音響信号符号化技術について検討する。

[0004] G. 719規格では、音響信号を符号化するに際し、音響信号を周波数変換したスペクトルに対し所定のビットを割り当てる。具体的には、スペクトルを所定の周波数帯域幅を有するサブバンドに分割し、エネルギーの大きいサブバンドから順にラティスペクトル量子化により量子化を行うためのユニット（必要ビット数の単位）を以下の通り配分する。

[0005] （1）

全サブバンドの中からエネルギーが最大のサブバンドに1ユニットを配分する。

[0006] 1スペクトル当たり1ビットずつ配分するので、例えばサブバンド内のスペクトルサンプル数が8なら、1ユニットは8ビットとなる（なお、1スペクトル当たりに配分可能なビット数は最大で9ビットで、例えばサブフレー

ムのスペクトルサンプル数が8なら最終的に72ビットまで割り当てが可能)。

[0007] (2)

1ユニットを配分したサブバンドは、量子化サブバンドエネルギーを2レベル(6dB)下げる。もし、1ユニットを配分したサブバンドへのビット割り当てが最大値(9ビット)を超えていたら、次回以降のループで量子化対象から外す。

[0008] (3)

上記(1)に戻って同じ処理を繰り返す。

[0009] 図6は、各サブバンドにおけるサブバンドエネルギーを示す。横軸は周波数、縦軸は対数目盛の振幅を表す。図中、サブバンドエネルギーは点ではなく横線で表されているが、この一つ一つの幅が、各サブバンドの周波数帯域幅を表している。

[0010] 図7、図8は、G. 719規格で定められた符号化方法を用いた場合の各サブバンドへのビット配分結果例を示す図である。各図の横軸は周波数、縦軸は割り当てられたビット数を表す。そして、図7は、ビットレートが128 k b i t / s、図8は、ビットレートが64 k b i t / sの場合である。

[0011] 128 k b i t / sの場合は割り当て可能なビット資産が豊富にあるので、多くのサブバンド(スペクトル)に、最大値である9ビットを割り当てることが可能であり、音響信号を高品質に保つことができる。

[0012] これに対し、64 k b i t / sの場合は、最大値である9ビットが割り当てられたサブバンドがなくなるが、逆にビットが割り当てられていないサブバンドもなく、音響信号の品質の劣化を抑えつつ電波や周波数帯域の有効利用を両立できているといえる。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献1：特表2013-534328号公報

特許文献2：国際公開第2005/027095号

非特許文献

[0014] 非特許文献1：I T U—T S t a n d a r d G. 7 1 9、2 0 0 8年

発明の概要

[0015] しかし、さらなる電波や周波数帯域の有効利用を図る必要がある。ここで、G. 7 1 9規格で採用されている上記方法を用いて2 0 k b p / s以下程度の低ビットレートで3 2 k H z程度のサンプリング周波数の音響信号を符号化する場合には、全てのサブバンドを量子化するためのユニット（ビット数）を確保できなくなるという問題がある。

[0016] 図9は、2 0 k b i t / sでのG. 7 1 9規格で定められた符号化方法を用いた場合の各サブバンドへのビット配分結果例を示す図である。このように、高周波数域部分はもちろん、場合によっては聴覚上重要な低周波数域部分についてもビットを割り当てることができなくなる結果、そのサブバンドにおけるスペクトルは符号化できないこととなり、音響信号の品質の劣化が著しくなる。

[0017] これに対し、ビットの割り当て方法をダイナミックに変更する方法を採用することも考えられる（特許文献1）。

[0018] しかし、符号化方法（量子化方法）を変更せずに単一の符号化方法（量子化方法）でビット割り当て方法を変更することにより、音響信号の品質劣化を対策するにも限界がある。

[0019] 本開示は、全体のビットレートを低減させつつも、高品質の音響信号を実現するための符号化技術および復号技術を提供する。

[0020] 本開示の音響信号符号化装置は、入力音響信号を周波数領域に変換してスペクトルを生成し、スペクトルを所定の周波数帯域毎のサブバンドに分割してサブバンドスペクトルを出力する時間周波数変換部と、サブバンド毎に量子化サブバンドエネルギーを求めるサブバンドエネルギー量子化部と、サブバンドスペクトルのトーナル性を分析して分析結果を出力するトーナリティ計算部と、トーナル性の分析結果および量子化サブバンドエネルギーに基づき、サブバンドの中から第2量子化部で量子化する第2サブバンドを選択し

、第1量子化部で量子化する第1サブバンドに配分される第1のビット数を決定する、ビット配分部と、第1量子化部及び第2量子化部から出力された符号化情報、量子化サブバンドエネルギー、およびトータル性の分析結果を含む情報を多重化し、出力する多重化部と、を構成する。第1量子化部は、第1サブバンドに含まれるサブバンドスペクトルを、第1のビット数からなるビットを用いてパルス符号化し、第2量子化部は、第2サブバンドに含まれるサブバンドスペクトルを、ピッチフィルタを用いて符号化する。

[0021] なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、またはコンピュータプログラムで実現されてもよく、システム、装置、方法、集積回路、およびコンピュータプログラムの任意な組み合わせで実現されてもよい。

[0022] 本開示の符号化装置、復号装置等によれば、全体のビットレートを低減させつつも、高品質な音響信号を符号化および復号することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本開示の実施形態1における符号化装置の構成図

[図2]本開示の実施形態1における符号化装置のビット配分部の詳細構成図

[図3]本開示の実施形態1における符号化装置の動作を示す説明図

[図4]本開示の実施形態2における復号装置の構成図

[図5]本開示の実施形態2における復号装置のビット配分部の詳細構成図

[図6]従来技術の符号化装置におけるサブバンドエネルギーを説明する説明図

[図7]従来技術の符号化装置におけるサブバンドへのビット配分結果を説明する説明図

[図8]従来技術の符号化装置におけるサブバンドへのビット配分結果を説明する説明図

[図9]従来技術の符号化装置におけるサブバンドへのビット配分結果を説明する説明図

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本開示の実施形態の構成および動作について、図面を参照して説明

する。なお、本開示の符号化装置への入力信号、および復号装置からの出力信号である音響信号は、音声信号、より帯域の広い音楽信号、さらにはこれらが混在する信号も包含する概念である。

[0025] 本開示において、「入力音響信号」とは、音楽信号や音声信号、あるいは両者が混在した信号も包含する概念である。また、「量子化サブバンドエネルギー」とは、サブバンド内のサブバンドスペクトルのエネルギーの総和または平均であるサブバンドエネルギーを量子化したものであり、サブバンドエネルギーは例えばサブバンド内のサブバンドスペクトルの二乗和で求めることができる。「トータル性」とは、特定の周波数成分にスペクトルのピークが立っている度合いをいい、その分析結果は、数値や符号などで表現することができる。「パルス符号化」とは、パルスを用いてスペクトルを近似する符号化をいう。

[0026] 「相対的に低い」とは、サブバンド間を比較してより低いものをいい、例えば全サブバンドの平均よりも低い場合や、所定の値よりも低い場合がこれにあたる。「高周波数域のサブバンド」とは、複数のサブバンドのうち、高周波数側に位置するサブバンドをいう。

[0027] なお、実施形態や特許請求の範囲に記載の、第1（スペクトル）量子化部、第2（スペクトル）量子化部、第1（スペクトル）復号部、第2（スペクトル）復号部、第1サブバンド、第2サブバンド、第3サブバンド、第4サブバンド、第1のビット数、第2のビット数、第3のビット数、第4のビット数は、それぞれカテゴリーを意味するものであり、順序を意味するものではない。

[0028] （実施形態1）

図1は、実施形態1にかかる音響信号符号化装置100の構成、および動作を示すブロック図である。図1に示す音響信号符号化装置100は、時間一周波数変換部101、サブバンドエネルギー量子化部102、トータルティ計算部103、ビット配分部104、正規化部105、第1スペクトル量子化部106、第2スペクトル量子化部107、多重化部108により構成

される。また、多重化部 108 には、アンテナ A が接続されている。そして、音響信号符号化装置 100 とアンテナ A とを合わせて、端末装置または基地局装置を構成する。

[0029] 時間一周波数変換部 101 は、時間領域の入力音響信号を周波数領域に変換して入力音響信号スペクトル（以下、「スペクトル」とする。）を生成する。時間一周波数変換の例として M D C T（修正離散コサイン変換）が挙げられるが、これに限定されず、例えば、D C T（離散コサイン変換）、D F T（離散フーリエ変換）、フーリエ変換等を用いてもよい。

[0030] また、時間一周波数変換部 101 は、スペクトルを所定の周波数帯域であるサブバンドに分割する。所定の周波数帯域は、等間隔である場合の他、例えば高周波数域では広く低周波数域では狭くするなど、異なる間隔であってもよい。

[0031] そして、時間一周波数変換部 101 は、サブバンド毎に分割したスペクトルを、サブバンドスペクトルとしてサブバンドエネルギー量子化部 102、トナリティ計算部 103、および正規化部 105 に出力する。

[0032] サブバンドエネルギー量子化部 102 は、サブバンド毎にサブバンドスペクトルのエネルギーであるサブバンドエネルギーを求め、これを量子化して量子化サブバンドエネルギーを求める。具体的には、サブバンド内のサブバンドスペクトルの二乗和でサブバンドエネルギーを求めることができるが、これに限らない。例えば、サブバンド毎にサブバンドスペクトルの振幅を積分してサブバンドエネルギーを求めることができる。また、サブバンドエネルギーを平均化する場合は、二乗和をサブバンド内のスペクトル数（サブバンド幅）で除算する。そして、このようにして求めたサブバンドエネルギーを所定の刻み幅で量子化する。

[0033] そして、求めた量子化サブバンドエネルギーを、正規化部 105、およびビット配分部 104 に出力するとともに、量子化サブバンドエネルギーを符号化した符号化量子化サブバンドエネルギーを多重化部 108 に出力する。

[0034] トナリティ計算部 103 は、各サブバンドに含まれるサブバンドスペク

トルを分析して、トータル性を判定する。トータル性とは、特定の周波数成分にスペクトルのピークが立っている度合いをいい、際立ったピークが存在することを意味するピーク性を含む概念である。定量的には、例えば、対象とするサブバンド内の平均スペクトルの振幅と、そのサブバンド内に存在する最大スペクトルの振幅との比で求めることができ、この値が所定の閾値を超える場合、そのサブバンドのスペクトルはトータル性（ピーク性）を有すると定義する。本実施形態では、所定の閾値を超えている場合はピーク／トータルフラグとして1を、所定の閾値以下の場合はピーク／トータルフラグとして0を生成し、これを分析結果としてビット配分部104、および多重化部108に出力する。もちろん、上記比を直接分析結果として出力してもよい。

[0035] トーナリティ計算部の意義は次の通りである。

[0036] 低ビットレート条件下においては、雑音的なスペクトルのようにスペクトルのエネルギーがサブバンド全体に分散しているスペクトルの効率的な量子化には、ピッチフィルタに基づく方法（つまり、低周波数域スペクトルを利用して高周波数域スペクトルを表現する方法）を用いることが有効である。それゆえ、サブバンド内のスペクトルのピーク性／トータル性の尺度（ピークパワーと平均パワーの比など）からサブバンド内のエネルギー分散度合を判定して、ピーク性／トータル性が高くないスペクトルのサブバンドはピッチフィルタに基づく量子化の対象にする。

[0037] ビット配分部104は、サブバンド毎の量子化サブバンドエネルギー、およびピーク／トータルフラグを参照して、各サブバンドにおけるサブバンドスペクトルに対し、符号化に用いることができる総ビット数を意味する、ビット資産からビットを割り当てる。具体的には、第1スペクトル量子化部で量子化するサブバンドである第1サブバンドに割り当てるビット数である、第1のビット数を計算・決定し、これを第1スペクトル量子化部106に、配分ビット情報として出力する。また、第2スペクトル量子化部107で量子化するサブバンドである、第2サブバンドを選択・特定し、これを第2ス

ペクトル量子化部 107 に量子化モードとして出力する。

[0038] ビット配分部 104 の構成及び動作の詳細は後述する。

[0039] なお、ビット配分部 104 は、本実施形態では、ピーク／トータルフラグおよびサブバンド毎の量子化サブバンドエネルギーの順で参照するが、参照の順序は任意である。

[0040] また、第 2 スペクトル量子化部 107 で量子化の対象となる第 2 サブバンドは、全帯域を候補としてもよいが、一般的に量子化サブバンドエネルギーが低い帯域、およびトータル性が低い帯域は、主として高周波数域であるから、特定の高周波数域に存在するサブバンドのみを対象としてもよい。例えば、高周波数域の 4 つまたは 5 つのサブバンドのみを対象とすることができる。

[0041]あるいは、音響信号は通常、低周波数域側がトータル性が高く、高周波数域側はトータル性が低いため、実質的には高周波数域側のサブバンドがピッチフィルタに基づく量子化の対象となる。このため、トータル性で選択されたサブバンドから高周波数域側は全てピッチフィルタによる量子化の対象とし、このサブバンドの番号だけを量子化モードとして送信する方法でもよい。

[0042] 正規化部 105 は、入力された量子化サブバンドエネルギーで各サブバンドスペクトルを正規化（除算）することにより、正規化サブバンドスペクトルを生成する。これにより、サブバンド間での振幅の大きさの違いが正規化される。そして、正規化部 105 は、正規化サブバンドスペクトルを第 1 スペクトル量子化部 106、および第 2 スペクトル量子化部 107 に出力される。

[0043] なお、正規化部 105 は任意の構成である。

[0044] また、正規化部 105 は、本実施形態では 1 つの構成であるが、第 1 スペクトル量子化部 106、および第 2 スペクトル量子化部 107 のそれぞれの前段に配置して 2 つとしてもよい。

[0045] 第 1 スペクトル量子化部 106 は、第 1 量子化部の一例であって、ビット

配分部 104 で配分された第 1 のビット数からなるビットを用いて、入力された正規化サブバンドスペクトルのうち第 1 スペクトル量子化部 106 で量子化すべき第 1 サブバンドに属するサブバンドスペクトルを量子化する。そして、量子化の結果を、量子化スペクトルとして第 2 スペクトル量子化部 107 に出力するとともに、量子化スペクトルを符号化して生成した第 1 符号化情報を多重化部 108 に出力する。

[0046] 第 1 スペクトル量子化部 106 はパルス符号部を用いるが、パルス符号部の例として、ラティスベクトル量子化を行うラティスベクトル量子化部、少数のパルスでサブバンドスペクトルを近似するパルス符号化を行うパルス符号化部が挙げられる。つまり、トータル性の高いスペクトルの量子化に適した量子化方法、少数のパルスで量子化する方法であれば、任意の量子化部を用いることができる。

[0047] なお、非常に低いビットレートでは、ラティスベクトル量子化よりも少数のパルスでサブバンドスペクトルを近似するパルス符号化による量子化の方がより音質を維持する効果が期待できる。

[0048] 第 2 スペクトル量子化部 107 は、第 2 量子化部の一例であって、例えば以下のような拡張帯域（ピッチフィルタによる予測モデル）による量子化法を採ることができる。

[0049] ここで、ピッチフィルタとは、以下の式 1 で表される処理を行う処理ブロックである。

[0050] [数 1]

$$y[i] = x[i] + \beta \times y[i - T]$$

[0051] 一般的にピッチフィルタとは、時間軸の信号に対してピッチ周期（T）を強調する（周波数軸上でピッチ成分を強調する）フィルタのことを指し、タップ数が 1 の場合、離散信号 $x[i]$ に対して例えば式 1 で表されるデジタ

ルフィルタである。しかしながら、本実施形態におけるピッチフィルタは、式1で表される処理を行う処理ブロックとして定義され、必ずしも時間軸の信号に対してピッチ強調を行うものではない。

[0052] 本実施形態では、前記ピッチフィルタ（式1で表される処理ブロック）を量子化MDCT係数列 $M_q[i]$ に適用する。具体的には式1において、 $x[i] = 0$ （ $i \geq K$ 、 K は符号化対象とするMDCT係数の周波数下限）、 $y[i] = M_q[i]$ （ $i < K$ ）として $y[i]$ （ $K \leq i \leq K'$ 、 K' は符号化対象とするMDCT係数の周波数上限）を算出する。符号化対象とするMDCT係数 $M_t[i]$ と算出された $y[i]$ との誤差を最小とする T をラグ情報として符号化する。このようなピッチフィルタに基づくスペクトル符号化は、特許文献2などに開示されている。

[0053] 第2スペクトル量子化部107は、量子化モードを参照して第2スペクトル量子化部107で量子化すべき第2サブバンド（正規化サブバンドスペクトル）を特定する。これにより、前記 K および K' が特定される。そして、特定した第2サブバンド（周波数 $K \sim K'$ ）にかかる正規化サブバンドスペクトル（前記 $M_t[i]$ 、 $K \leq i \leq K'$ に相当）が、量子化スペクトル（前記 $M_q[i]$ 、 $i < K$ に相当）との関係で相関が最大となる量子化スペクトルのサブバンドもしくは帯域を探索し、その位置をラグ情報（前記 T に相当）として生成する。ラグ情報は、サブバンドや帯域の絶対位置や相対位置、あるいはサブバンドの番号が例として挙げられる。そして、第2スペクトル量子化部107は、ラグ情報を符号化して、第2符号化情報として多重化部108に出力する。

[0054] なお、本実施形態では、符号化量子化サブバンドエネルギーを多重化部108で多重化して送信しており、復号部側でゲインを生成できることから、ゲインは符号化していない。しかし、ゲインを符号化して送るようにしてもよい。その際は、量子化すべき第2サブバンドと相関が最大となる量子化スペクトルのサブバンドとの間のゲインを算出し、第2スペクトル量子化部107は、ラグ情報およびゲインを符号化して、第2符号化情報として多重化

部 1 0 8 に出力する。

[0055] なお、高周波数域のサブバンドは低周波数域のサブバンドよりバンド幅を広く設定するのが一般的だが、コピーされる低周波数域のサブバンドの一部について、エネルギーが小さいため、ラティスペクトル量子化の対象となっていない場合もあり得る。このような場合には、そのようなサブバンドはゼロスペクトルと見なすか、雑音付加を行ってサブバンド間のスペクトルの急変を回避すればよい。

[0056] 多重化部 1 0 8 は、量子化サブバンドエネルギー、第 1 符号化情報、第 2 符号化情報、およびピーク／トーンラベルフラグを多重化して符号化情報としてアンテナ A に出力する。

[0057] そして、アンテナ A は、符号化情報を音響信号復号装置に向けて送信する。符号化情報は、各種ノードや基地局を経由して音響信号復号装置に至る。

[0058] 次に、ビット配分部 1 0 4 の詳細について説明する。

[0059] 図 2 は、実施形態 1 にかかる音響信号符号化装置 1 0 0 のビット配分部 1 0 4 の詳細な構成、および動作を示すブロック図である。図 2 に示すビット配分部 1 0 4 は、ビットリザーバー 1 1 1、ビットリザーバー 1 1 2、ビット配分計算部 1 1 3、量子化モード決定部 1 1 4 から構成される。

[0060] ビットリザーバー 1 1 1 は、トナリティ計算部 1 0 3 の出力であるピーク／トーンラベルフラグを参照して、ピーク／トーンラベルフラグが 0 の場合、第 2 スペクトル量子化部 1 0 7 で行われる第 2 スペクトル量子化に必要なビット数を確保する。

[0061] 本実施形態では、ピッチフィルタに基づき、ラベル情報の符号化に必要なビット数を確保する。そして、確保されたビット数は、量子化に用いることができる総ビット数であるビット資産から除かれ、残ったビット資産がビットリザーバー 1 1 2 に出力される。なお、ビット資産はサブバンドエネルギー量子化部 1 0 2 から供給されているが、これは量子化サブバンドエネルギーを可変長符号化するために必要なビット数を除いたビットが、第 1 スペクトル量子化部 1 0 6、第 2 スペクトル量子化部 1 0 7、およびピーク／トナ

ルフラグの量子化（符号化）に用いることができることを表現したものである。サブバンドエネルギー量子化部102がビット資産の情報を生成するとは限らない。

[0062] ビットリザーバー112は、ピーク／トータルフラグに用いるビット数を確保する。例えば、本実施形態では、ピーク／トータルフラグを高周波数域の5サブバンドで送るので、ビットリザーバー112は5ビットを確保する。

[0063] そして、ビットリザーバー112は、ビットリザーバー111から入力されたビット資産からビットリザーバー112で確保されたビット数を除いたビット数を、適応ビット配分部中のビット配分計算部113に出力する。なお、ビットリザーバー111およびビットリザーバー112で確保されたビット数の合計が、第3ビット数となる。また、ピーク／トータルフラグがゼロであるサブバンドが、第3サブバンドに該当する。

[0064] なお、ビットリザーバー111とビットリザーバー112は順序を入れ替えてもよい。また、本実施形態では、ビットリザーバー111とビットリザーバー112ブロックを分けているが、これを一つのブロックで同時に行ってもよい。あるいは、これらの動作を、ビット配分計算部113の中で行ってもよい。

[0065] ビット配分計算部113は、第1スペクトル量子化部106で量子化するサブバンドへのビット配分を計算する。具体的には、まず、ビットリザーバー112から出力されたビット数を、量子化サブバンドエネルギーを参照して各サブバンドに配分する。配分方法は、従来技術の項で説明した通り、量子化サブバンドエネルギーの大小で聴覚的に重要かどうかを判断し、重要と思われるサブバンドにビット配分を重点的に行う。結果として、量子化サブバンドエネルギーがゼロ、またはゼロ及び所定の値よりも低いサブバンドにビットが配分されない。

[0066] また、配分の際、入力されるピーク／トータルフラグを参照し、ピーク／トータルフラグが0のサブバンド（第3サブバンド）はビット配分の対象か

ら外す。つまり、ピーク性が高いサブバンド（ここではピーク／トータルフラグが1に設定されているサブバンド）のみをビット配分の対象サブバンドとしてビットを配分していく。そして、ビットが配分されるべきサブバンド（第1サブバンド）を特定するとともに各サブバンドに配分されるビット数を合わせて配分ビット情報とし、これをまず量子化モード決定部114に出力する。

[0067] 量子化モード決定部114は、ビット配分計算部113から出力された配分ビット情報およびピーク／トータルフラグを受信する。そして、トータル性が高い（第1スペクトル量子化部106の量子化対象である）のにビット配分されていない高周波数域サブバンドがある場合は、このサブバンドは第2スペクトル量子化部107で量子化するサブバンド（第4サブバンド）に定義し直し、第2スペクトル量子化部での量子化に必要なビット数（第4のビット数）を配分ビット情報から減算するためにビット配分計算部113に出力する。すなわち、その帯域に第2スペクトル量子化部107で量子化するのに必要なビット数を割り当て、その割り当てたビット数（第4のビット数）を出力する。これに代えて、割り当てたビット数だけ第1スペクトル量子化部106で使えるビット資産から減じて、これをビット配分計算部113に出力してもよい。

[0068] また、量子化モード決定部114は、第2スペクトル量子化部107で量子化するサブバンドを特定し、これを第2スペクトル量子化部107に量子化モードとして出力する。具体的には、トナリティが低い（ピーク／トータルフラグが0）である高周波数域サブバンド（第3サブバンド）、およびビットが配分されていない高周波数域サブバンド（第4サブバンド）を、第2スペクトル量子化部107で量子化するサブバンド（第2サブバンド）と定め、量子化モードとして出力する。

[0069] 再びビット配分計算部113において、ビットリザーバー112から入力されたビット数（ビット資産）から量子化モード決定部114から受信したビット数（第4のビット数）を減じることによりビット資産を更新し、第1

スペクトル量子化部 106 で量子化するサブバンドへのビット配分を再計算する。更新されたビット資産を量子化モード決定部から受け取る場合は、更新されたビット資産を用いて、第 1 スペクトル量子化部 106 で量子化するサブバンドへのビット配分を再計算する。最終的に、第 1 のビット数は、総ビット数（ビット資産）から、第 3 のビット数および第 4 のビット数を減じた値となる。

[0070] そして、再計算後のビット数（第 1 のビット数）および第 1 スペクトル量子化部 106 で量子化するサブバンド（第 1 サブバンド）の情報を、配分ビット情報として、今度は第 1 スペクトル量子化部 106 に出力する。

[0071] なお、第 1 回目にビット配分計算部 113 でビット配分を計算した結果、何れのサブバンドもビット配分されているなど再計算の必要がない場合は、直接配分ビット情報を第 1 スペクトル量子化部 106 に出力してもよい。

[0072] 図 3 は、実施形態 1 にかかる音響信号符号化装置 100 の動作、具体的には、ビット配分部 104 の動作を示すフロー図である。

[0073] まず、ビット配分部 104 は、サブバンドエネルギー量子化部 102 から、量子化サブバンドエネルギーを取得する（S1）。

[0074] 次に、ビット配分部 104 は、高周波数域におけるピーク／トータルフラグをトナリティ計算部 103 から取得する（S2）。

[0075] そして、ビット配分部 104 は、ピーク／トータルフラグに基づき、第 2 スペクトル量子化部 107 で量子化すべきサブバンド（第 3 サブバンド）を特定するとともに、ビットリザーバー 111 およびビットリザーバー 112 において、第 2 スペクトル量子化部 107 で量子化するためのビット（第 3 のビット数）を確保する（S3）。

[0076] ビット配分部 104 は、ビット配分計算部 113 において、量子化サブバンドエネルギーに基づき、第 1 スペクトル量子化部 106 の量子化対象となっているサブバンドへ配分するビット数を決定する（S4）。

[0077] ビット配分部 104 は、量子化モード決定部 114 において、ビット配分計算部 113 で決定された高周波数域サブバンドへの配分ビットをチェック

し、必要に応じて第2スペクトル量子化部107で量子化すべきサブバンド（第2サブバンド）を再特定し、第1サブバンド量子化部106のためのビット資産を更新する（S5）。

[0078] そして、最後に、ビット配分部104は、再びビット配分計算部113において、更新したビット資産を用いて、第1スペクトル量子化部106へのビット配分（第1のビット数）を再計算する（S6）。

[0079] 以上、本実施形態の音響信号符号化装置によれば、全体のビットレートを低減させつつも、高品質な音響信号の符号化を実現することができる。

[0080] 特に、図2、図3の構成、および動作によれば、サブバンド幅が特に広がる高周波数域に、量子化をしない（ビット配分が0となる）サブバンドを発生させることなく、第1量子化部で量子化するサブバンド数を最大とするビット配分を実現できる。したがって、限られたビットレートにおいてベストパフォーマンスを引き出すことができる、適応ビット配分を実現できる。

[0081] （実施形態2）

図4は、実施形態2にかかる音響信号復号装置200の構成、および動作を示すブロック図である。図4に示す音響信号復号装置200は、分離部201、サブバンドエネルギー復号部202、ビット配分部203、第1スペクトル復号部204、第2スペクトル復号部205、逆正規化部206、周波数一時間変換部207により構成される。また、分離部201には、アンテナAが接続されている。そして、音響信号復号装置200およびアンテナAを合わせて、端末装置または基地局装置を構成する。

[0082] 分離部201は、アンテナAで受信された符号化情報を受信し、符号化量子化サブバンドエネルギー、第1符号化情報、第2符号化情報、およびピーク／トータルフラグを分離する。そして、符号化量子化サブバンドエネルギーはサブバンドエネルギー復号部202、第1符号化情報は第1スペクトル復号部204、第2符号化情報は第2スペクトル復号部205、そしてピーク／トータルフラグはビット配分部203、へと出力される。

[0083] サブバンドエネルギー復号部202は、符号化量子化サブバンドエネルギー

ーを復号して、復号量子化サブバンドエネルギーを生成し、ビット配分部 203 および逆正規化部 206 に出力される。

[0084] ビット配分部 203 は、サブバンド毎の復号量子化サブバンドエネルギー、およびピーク／トータルフラグを参照して、第 1 スペクトル復号部 204 および第 2 スペクトル復号部 205 で割り当てるビットの配分を決定する。具体的には、第 1 スペクトル復号部 204 で第 1 符号化情報を復号した際に割り当てるビット数（第 1 のビット数）およびビットを割り当てられるサブバンド（第 1 サブバンド）を決定し、配分ビット情報として出力するとともに、第 2 スペクトル復号部 205 で復号される第 2 符号化情報が復号されるべきサブバンド（第 2 サブバンド）を特定・選択し、これを第 2 スペクトル復号部 205 に量子化モードとして出力する。

[0085] ビット配分部 203 は、図 5 で示した通り、符号化装置側で説明したビット配分部 104 の構成および動作と同じであるので、動作の詳細は符号化装置側のビット配分部 104 の説明を引用する。

[0086] 第 1 スペクトル復号部 204 は、配分ビット情報に示された第 1 のビット数を用いて第 1 符号化情報を復号して第 1 復号スペクトルを生成し、第 2 スペクトル復号部 205 に出力する。

[0087] 第 2 スペクトル復号部 205 は、量子化モードで特定されたサブバンドに第 1 復号スペクトルを用いて第 2 符号化情報を復号して第 2 復号スペクトルを生成し、当該第 2 復号スペクトルと第 1 復号スペクトルと結合して再生スペクトルを生成し、出力する。

[0088] 逆正規化部 206 は、復号量子化サブバンドエネルギーを参照して再生スペクトルの振幅（ゲイン）を調整し、これを周波数－時間変換部 207 に出力する。

[0089] 周波数－時間変換部 207 は、周波数領域の再生スペクトルを時間領域の出力音響信号に変換して出力する。周波数－時間変換の例として、周波数－時間で挙げた変換の逆変換が挙げられる。

[0090] 以上、本実施形態の音響信号復号装置によれば、全体のビットレートを低

減させつつも、高品質な音響信号の復号を実現することができる。

[0091] (総括)

以上、実施形態 1、2 で本開示の音響信号符号化装置および音響信号復号装置を説明した。本開示の符号化装置および復号装置は、システムボードや半導体素子に代表されるような半完成品や部品レベルの形態でもよいし、端末装置や基地局装置のような完成品レベルの形態も含む概念である。本開示の符号化装置および復号装置が半完成品や部品レベルの形態の場合は、アンテナ、DA/ADコンバータ、増幅部、スピーカ、およびマイク等と組み合わせることにより完成品レベルの形態となる。

[0092] なお、図 1、図 2、図 4、図 5 のブロック図は、専用に設計されたハードウェアの構成および動作（方法）を表すとともに、汎用のハードウェアに本開示の動作（方法）を実行するためのプログラムをインストールしてプロセッサで実行することにより実現する場合も含む。汎用のハードウェアたる電子計算機として、例えばパーソナルコンピュータ、スマートフォンなどの各種携帯情報端末、および携帯電話などが挙げられる。

[0093] また、専用に設計されたハードウェアは、携帯電話や固定電話などの完成品レベル（コンシューマエレクトロニクス）に限らず、システムボードや半導体素子など、半完成品や部品レベルをも含むものである。

産業上の利用可能性

[0094] 本開示にかかる音響信号符号化装置および音響信号復号装置は、音響信号の記録、伝送、再生に係る機部に応用が可能である。

符号の説明

- [0095] 100 音響信号符号化装置
101 時間一周波数変換部
102 サブバンドエネルギー量子化部
103 トーナリティ計算部
104 ビット配分部
105 正規化部

- 1 0 6 第1スペクトル量子化部
- 1 0 7 第2スペクトル量子化部
- 1 0 8 多重化部
- 1 1 1 ビットリザーバー
- 1 1 2 ビットリザーバー
- 1 1 3 ビット配分計算部
- 1 1 4 量子化モード決定部
- 2 0 0 音響信号復号装置
- 2 0 1 分離部
- 2 0 2 サブバンドエネルギー復号部
- 2 0 3 ビット配分部
- 2 0 4 第1スペクトル復号部
- 2 0 5 第2スペクトル復号部
- 2 0 6 逆正規化部
- 2 0 7 周波数－時間変換部
- 2 1 1 ビットリザーバー
- 2 1 2 ビットリザーバー
- 2 1 3 ビット配分計算部
- 2 1 4 量子化モード決定部

請求の範囲

- [請求項1] 入力音響信号を周波数領域に変換してスペクトルを生成し、前記スペクトルを所定の周波数帯域毎のサブバンドに分割してサブバンドスペクトルを出力する時間周波数変換部と、
- 前記サブバンド毎に量子化サブバンドエネルギーを求めるサブバンドエネルギー量子化部と、
- 前記サブバンドスペクトルのトータル性を分析して分析結果を出力するトナリティ計算部と、
- 前記トータル性の分析結果および前記量子化サブバンドエネルギーに基づき、前記サブバンドの中から第2量子化部で量子化する第2サブバンドを選択し、第1量子化部で量子化する第1サブバンドに配分される第1のビット数を決定する、ビット配分部と、
- 前記第1量子化部及び前記第2量子化部から出力された符号化情報、前記量子化サブバンドエネルギー、および前記トータル性の分析結果を含む情報を多重化し、出力する多重化部と、を備え、
- 前記第1量子化部は、前記第1サブバンドに含まれるサブバンドスペクトルを、前記第1のビット数からなるビットを用いてパルス符号化し、
- 前記第2量子化部は、前記第2サブバンドに含まれるサブバンドスペクトルを、ピッチフィルタを用いて符号化する、音響信号符号化装置。
- [請求項2] 前記ビット配分部は、
- 高周波数域の前記サブバンドから前記第2サブバンドを選択する、
- 請求項1に記載の音響信号符号化装置。
- [請求項3] 前記ビット配分部は、
- 前記トータル性が所定の閾値より低い前記サブバンドを、前記第2サブバンドとして選択する、
- 請求項2に記載の音響信号符号化装置。

- [請求項4] 前記ビット配分部は、
前記量子化サブバンドエネルギーがゼロまたは所定の値より低い前記サブバンドを、前記第2サブバンドとして選択する、
請求項2に記載の音響信号符号化装置。
- [請求項5] 前記ビット配分部は、
量子化に用いることのできる総ビット数から、前記第2サブバンドに配分される第2のビット数を減じたものを、前記第1のビット数として決定する、
請求項1に記載の音響信号符号化装置。
- [請求項6] 前記ビット配分部は、
前記総ビット数の中から、前記トータル性の分析結果に基づいて選択された第3サブバンドに配分される第3のビット数を計算し、
前記総ビット数から前記第3のビット数を減じたビット数を前記量子化サブバンドエネルギーに基づいて前記第1サブバンドに割り当てた際に、ビットが割り当てられない前記サブバンドを第4サブバンドとして選択し、前記第4サブバンドを前記第2量子化部で符号化する場合に配分される第4のビット数を計算し、
前記第3サブバンドおよび前記第4サブバンドを前記第2量子化部で量子化する前記第2サブバンドとして新たに選択し、前記総ビット数から前記第3のビット数および前記第4のビット数を減じたビット数を前記第1量子化部で量子化する前記第1サブバンドに配分する前記第1のビット数として決定する、
請求項5に記載の音響信号符号化装置。
- [請求項7] 前記トナリティ計算部の分析結果は、トータル性が所定の閾値より高いか否かを示すフラグとして出力される、
請求項1に記載の音響信号符号化装置。
- [請求項8] 音響信号符号化装置から出力された符号化情報を復号する音響信号復号装置であって、

前記符号化情報を、第1符号化情報、第2符号化情報、サブバンド毎に求められたエネルギーが量子化された量子化サブバンドエネルギー、およびサブバンド毎に計算されるトータル性の分析結果、に分離する分離部と、

前記トータル性の分析結果および前記量子化サブバンドエネルギーに基づき、前記サブバンドの中から第2復号部で復号する前記第2サブバンドを選択し、第1復号部で復号する第1サブバンドに配分される前記第1のビット数を決定するビット配分部と、

前記第2復号部から出力されるスペクトルを時間領域に変換して出力音響信号を生成し出力する周波数時間変換部と、を備え、

前記第1復号部は、前記第1符号化情報を、前記第1のビット数からなるビットを用いて復号することにより第1復号スペクトルを生成し、

前記第2復号部は、前記第2符号化情報を復号して第2復号スペクトルを生成し、前記第2復号スペクトルと前記第1復号スペクトルを用いて復号することにより再生スペクトルを生成する、

音響信号復号装置。

[請求項9] 請求項1に記載の音響信号符号化装置と、
前記符号化情報を送信するアンテナと、
を有する端末装置。

[請求項10] 請求項1に記載の音響信号符号化装置と、
前記符号化情報を送信するアンテナと、
を有する基地局装置。

[請求項11] 前記符号化情報を受信して前記分離部に出力するアンテナと、
請求項8に記載の音響信号復号装置と、
を有する端末装置。

[請求項12] 前記符号化情報を受信して前記分離部に出力するアンテナと、
請求項8に記載の音響信号復号装置と、

を有する基地局装置。

[請求項13]

入力音響信号を周波数領域に変換してスペクトルを生成し、
前記スペクトルを所定の周波数帯域毎のサブバンドに分割してサブバンドスペクトルを出力し、
前記サブバンド毎に量子化サブバンドエネルギーを求め、
前記サブバンドスペクトルのトータル性を分析して分析結果を出力し、
前記トータル性の分析結果および前記量子化サブバンドエネルギーに基づき、前記サブバンドの中から第2サブバンドを選択し、
第1サブバンドに配分される第1のビット数を決定し、
前記第1サブバンドに含まれる前記サブバンドスペクトルを、前記第1のビット数からなるビットを用いて符号化して第1符号化情報を生成し、
前記第2サブバンドに含まれる前記サブバンドスペクトルを、ピッチフィルタを用いて符号化して第2符号化情報を生成し、
前記第1符号化情報および前記第2符号化情報を多重化して出力する、
音響信号符号化方法。

[請求項14]

音響信号符号化装置から出力された符号化情報を復号する音響信号復号方法であって、
前記符号化情報を、第1符号化情報、第2符号化情報、サブバンド毎に求められたエネルギーが量子化された量子化サブバンドエネルギー、およびサブバンド毎に計算されるトータル性の分析結果、に分離し、
前記トータル性の分析結果および前記量子化サブバンドエネルギーに基づき、前記サブバンドの中から第2サブバンドを選択し、
第1サブバンドに配分される第1のビット数を決定し、
前記第1符号化情報を、前記第1のビット数からなるビットを用い

て復号して第1復号スペクトルを生成し、

前記第2符号化情報を復号して第2復号スペクトルを生成し、前記第2復号スペクトルと前記第1復号スペクトルを用いて復号して再生スペクトルを生成し、

前記再生スペクトルを時間領域に変換して出力音響信号を生成し出力する、

音響信号復号方法。